臺灣水稻品種改良之成就與展望

林 富 雄
台灣省高雄區農業改良場

一、前 言

水稻爲臺灣最重要糧食作物，爲了安定軍需民食，政府一向非常重視水稻之生產事業，在臺灣作物栽培歷史中，水稻始終居於最重要地位，而且栽培歷史悠久。水稻在臺灣有文獻記載約在17世紀左右，後來經過荷人、大陸遷臺漢人及日本人有系統之改良，逐漸才有今日之發展(14)。臺灣水稻的品種概可分爲早期原住民所種植之臺灣原種，漢人從閩粵移民後攜入之秈型品種後稱臺灣在來稻，以及經日本據臺以後改良之梗型臺灣蓬萊稻，這三種稻種在臺灣水稻發展史上留下不可磨滅的痕跡。

臺灣水稻的栽培面積有統計資料以來，在來稻面積在1907年有40 萬 1千公頃之多，這個面積一直維持到1924年才因蓬萊稻試種成功後大面積推廣而逐漸減少。由於日本人及本省消費者偏好蓬萊米之食味，蓬萊稻之栽培面積自1922年日本人種植成功後即逐年上升並在1953年超越在來稻的栽培面積，而於1977年達到66萬 7千多公頃的高峰，隨後因稻米消費量逐年下降，政府遂於1984年開始推動稻田轉作措施，到1994年蓬萊稻栽培面積僅有31萬 9千公頃左右，在同時期秈稻的面積降到2萬6千餘公頃，各佔稻作總栽培面積的92.4％及7.6％(圖1，2)(2) 。

臺灣水稻品種改良之成就一直頗受肯定，1907年每公頃在來稻之平均糙米產量約1.4公噸，但到1994年已達4.8公噸左右（圖 1）。而蓬萊稻在1922年推廣初期，每公頃之糙米平均產量約在 2萬公噸左右，到1994年亦達4.5公噸（圖2）。雖然產量的增加包括了品種的改良、栽培技術的改進及其他增產措施的配合，但優良品種之育成及推廣，佔了重要的貢獻。本文僅就日據時期及光復後本省育種之成績做一整理以供參考。

二、臺灣水稻育種歷史之回顧及其成就

1. 蓬萊稻品種改良之回顧

臺灣栽培之蓬萊稻係日本人爲區別臺灣自日本引進之日本型稻與日本本土的日本型稻而稱呼的梗型水稻。1926年5月5日日本人在臺北鐵路旅館召開日本米谷會第19次大會，當時磯永吉博士提出以「蓬萊米、新高米、新台米」來稱呼臺灣種植的日本引進稻所生產的米，當時臺灣總督伊澤多喜男氏選定以「蓬萊米」稱呼之，其後在臺灣種植之梗稻就被稱爲蓬萊稻(24) 。

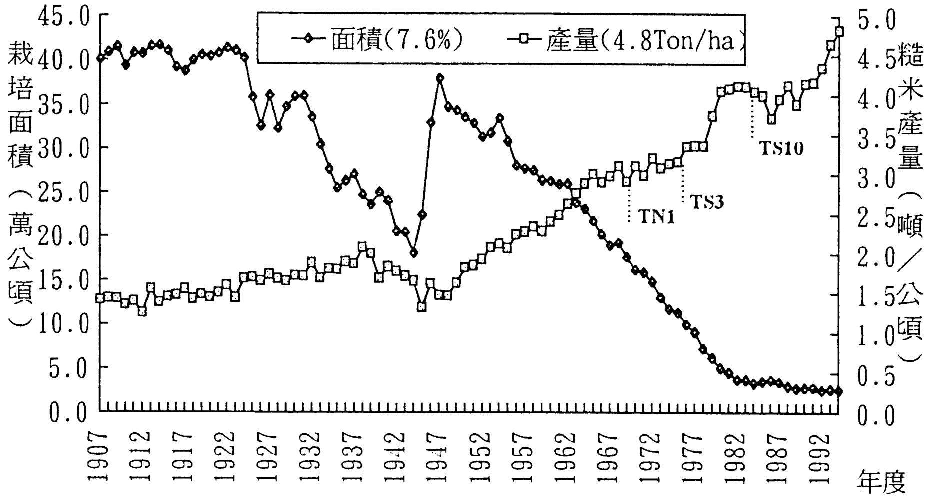

圖1. 歷年秈稻栽培面積及平均糙米產量

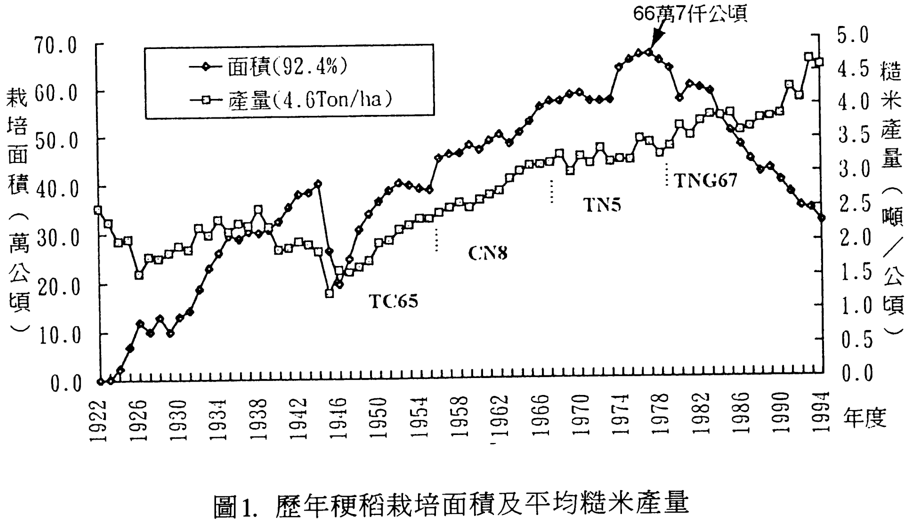

圖1. 歷年稉稻栽培面積及平均糙米產量

蓬萊稻能夠在臺灣栽培且重要性勝過臺灣在來稻，日據時期日本稻米專家有系統之改良功不可沒，其改良過程經歷了引種、純系選種及雜交育種三個階段。

蓬萊稻之引種始於1899年，農試所前身臺北農事試驗支場首先自九州引入神力、都、江戶、中村、穗增、斤著、三石、白玉、今長者及竹成等10個品種，翌年由鹿兒島引進金玉、白藤、竹成撰及自福岡縣引進佐賀萬作及白道海等品種加以馴化，由於日本緯度較高初期引進之日本稻在臺灣亞熱帶氣候下表現了植株矮小、提早開花、穗小及產量低等特性，雖然如

此，日本人並未放棄試種，仍持續不斷改良其栽培方式，一直到1919-1922年間臺北帝大試驗場利用幼秧苗即 1期作約30日，2期作約17日種植而克服了上述缺點，開始奠定了臺灣蓬萊稻的栽培制度。日本人在1903～1925年曾引進日本稻752品種，其中選出第1期作用97品種，第2期作用44品種，而這些品種中以中村種最爲普遍。但1926年稻熱病大發生使中村種之推廣受到威脅，因此1926 ～1930年間選定耐稻熱病品種爲最主要工作，此期間另外引進697個品種，選擇了130種，其中推廣最多的品種有中村、竹成、佐賀萬作、愛國、旭、龜尾、朝鮮白藤、京都旭、磐田朝日、三井、臺北68號、臺中特 1號、台中特 2號、台中特6號、嘉義晚1號、嘉義晚2號等十幾種耐病性較好的品種供農民種植，這種工作持續在1931～1943年間進行，這段期間，上期選出之嘉義晚2號種植面積急速增加，其品質、收量與日本米接近，但較耐稻熱病。除嘉義晚2號外，還有中村、佐賀萬作、旭、愛國、龜尾、臺中特1號、臺中特2號、臺中26號、臺中65號、旭川、三井被栽培(24)。

2.蓬萊稻雜交育種之實績

光復前之改良：自1922年日本人確定蓬萊稻在臺灣的栽培制度後即積極進行品種改良工作。1930年以前就已在臺中進行雜交育種工作，由當時農試所臺中農試支所與臺中農林總場合作辦理，其他場所也開始有少量之雜交育種工作。1934年雜交組合數達到5223組合，已形成豐富之品種改良後代群(24)。雜交育種初期即以抗病性、多收量及適合日本人口味品質爲目標。這一段時期育成品種以1936年命名之臺中65號最具代表性。其高收量、適應性廣及優良品質使其成爲1959年以前臺灣栽培面積最廣之品種。由於各場所積極進行品種改良工作，日據時期在臺灣育成的水稻品種計有下列90種（表 1）。

(1)臺北5、6、7、8、9、10、177、301號等8品種。

(2)新竹4號，新竹愛國1、2、4號，新竹旭 1號，新竹糯2、3號等7品種。

(3)臺中 6、11、26、27、36、52、54、61、62、64、65、78、111、114、116、117、121、122、143、144、145、150號，臺中特 1號、特 2號，台中糯35號、糯46號、糯47號等27品種。

(4)嘉南 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13，台南三井1號，嘉義晚2號等15品種。

(5)高雄3、5、6、7、8、9、10、11、12、18號等10品種。

(6)臺農 2、3、4、5、9、15、16、18、21、22、37、38、39、40、41、42、43、44、45，台農糯1、2、3、4號等23品種。

上述品種在光復前之1943年估計種植面積爲350,070公頃,佔當時水稻總栽培面積610,050公頃之57.4%。

1945年臺灣光復以後：品種改良工作在各試驗場所積極努力下，品種育成數目更超過了101品種(表1)(1)。其中光復1號爲民國38年臺灣光復後由臺灣省農業試驗所育成之第一個具有稻熱病抵抗性品種。但推廣後不久卻受稻熱病肆虐而由臺中區農業改良場育成之光復 401 號取代，這兩個品種雖在光復後命名，但大部分的後代選育工作卻在日據時期完成。光復後抗稻熱病品種推廣較爲成功的是嘉農242號，由臺灣省農業試驗所嘉義分所自嘉農育65號/嘉農育123號之後代選出，並於1957年登記命名推廣。由資料顯示該品種爲光復後自行雜交選育出

來而最先推廣成功的品種(8)。

表1. 各試驗場所1922～1945年、1946～1987年及1988～1995年育成之水稻品種數

年代	品種名稱：稉稻	品種名稱：秈稻	品種名稱：陸稻
1922 | 1945	台農2、3、4、5、9、15、16、18、21、22、37、38、39、40、41、42、43、44、45號 台農糯1、2、3、4號 台北5、6、7、8、9、10、177、301號 新竹4號 新竹愛國1、2、4號 新竹旭1號 新竹糯2、3號 台中6、11、26、27、36、52、54、61、62、64、65、78、111、114、116、117、121、122、143、144、145、150號 台中特1、2號 台中糯35、46、47號 嘉南1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13號 台南三井1號 高雄3、5、6、7、8、9、10、11、12、18號	新竹鵝卵1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13號 高雄柳占1號 高雄青果占1、2號 高雄朮變1號 高雄選3、9、15號 高雄烏粒 高雄大朮1、2號 高雄白殼埔占 高雄白殼清油	
1946 | 1987	台農60、61、62、67、68、69、70、72號 台農選3號 光復1、401號 轟早生、豐錦 嘉農242號 台北73、74、111、139、305、306、307、308、309、310、311號 新竹24、50、51、52、53、54、855、56、57、58、59、60、61、62、63、64號 新竹糯4號 台中170、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、184、186、187、188、189、190號 台中糯70號 台南1、2、3、4、5、6、7、9號 高雄22、24、25、27、41、42、44、45、53、64、68、116、117、122、135、136、137、138、139、140、141、142號 高雄選1號 台東1、16、24、25、26、27、28、29號 花蓮5、17、18號	台農秈12、14、18、19、20號 台農秈糯2號 台中在來1號 台中秈2、3、5、10、16、17號 台中秈糯1號 嘉農秈6、11號 嘉農秈選8號 台南秈15號 高雄秈2、7號	台農選1、2號 南陸1、2號 東陸1、2、3號
1988 | 1995	台稉1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13號 台稉糯1、3、5號	台秈糯2號	

臺中65號爲1959年以前本省栽培面積最廣之品種(表2)，其親本爲龜治/神力，於1936年育成，在這期間嘉南8號栽培面積已躍居第二位，第三位爲臺中150號及高雄27號。1959～1966年嘉南8號取代臺中65號而成爲栽培面積最廣之品種,該品種係由日本人以臺中65號/南育183號雜交而於1941年登記命名推廣。最高時的栽培面積爲1965年之14萬2仟公頃，佔當時全部稻作面積的18%。這一段期間栽培面積順位排在第二位的品種爲臺中65號、臺南1號，而臺中155號、高雄24號、嘉農242號、臺中65號及新竹56號則進入栽培面積的第三位。1965年，臺南區農業改良場命名推廣的臺南5號具有產量高而穩定、米質優良及推廣初期對稻熱病具抵抗性，因此在1967年～1978年約10年間，臺南5號成爲本省栽培面積最廣的品種，其親本爲高雄18號/嘉南8號。新竹56號、高雄選1號、臺南6號、臺農67號進入栽培面積的第二順位。而第三順位的品種有臺南1號、新竹56號、嘉南8號、高雄選1號、臺南6號。1979年以後，另一個優良品種臺農67號取代了臺南5號，而成爲迄1995年止全省栽培面積最廣的品種，最高時的面積曾佔蓬萊稻總栽培面積的75.4%，其親本爲臺農61號/臺中187號//臺農61號。由於該品種具強桿耐倒伏，適合機械收穫等特性，雖然推廣初期因不具稻熱病抵抗性及米粒腹白及心白較多而不順利，但因其豐產及不倒伏之特性,仍受當時機械化栽培稻農之歡迎,而使其面積仍佔最大(15)。這段期間，臺南5號、新竹64號、臺農64號、臺農70號、臺梗2號、臺梗8號、高雄選1號、高雄141號、臺中189號、臺南9號等均曾進入栽培面積的第2、3順位（表2）。

表2. 1953～1994年梗稻栽培面積前三名品種

年　代	順位		
	1	2	3
1953～1958年	台中65號	嘉南8號	台中150號 高雄27號
1959～1966年	嘉南8號	台中65號 台南1號	台中155號 高雄24號 嘉農242號 台中65號 新竹56號
1967～1978年	台南5號	嘉南8號 新竹56號 高雄選1號 台南6號 台農67號	台南1號 新竹56號 嘉南8號 高雄選1號 台南6號
1979～1994年	台農67號	台南5號 新竹64號 台農70號 台梗2號 台梗8號	高雄選1號 高雄141號 台中189號 新竹64號 台南9號 台農70號 台梗8號 台梗2號

1986年，本省水稻育種制度有大幅度的修改並成立育種小組。育種小組成立初期各場所已完成命名所需之試驗資料之材料仍以各機關原有命名制度予以登記命名。該期間育成之品種計有臺農70號，臺農72號，臺南9號、臺中190號及高雄142號，而育種小組成立後雜交或統一選育之材料，命名時以「臺稉」冠在品種號碼前，與過去以育成場所爲品種名稱之登記制度不同。台稉品種計有臺稉1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13號及臺稉糯1、3、5號等（表1）。目前這些品種均在推廣之中，栽培面積亦逐漸擴大。歷年來本省各試驗場所育成之品種數收錄在臺灣稻作品種圖誌者計有149個品種，其中栽培面積超過5萬公頃的品種計有臺農67號、嘉農242號、臺農70號、臺北177、309號、新竹56、65號及新竹糯4號、臺中65、150、178、186、189號、臺中糯46號、嘉南28號、臺南1、3、5、6、9號、臺稉2、8號、高雄10、18、22、24、27、53、64、137、139、140、141、142號、高雄選1號、臺稉5號、臺東27號等42種，由以上資料顯示臺灣蓬萊稻之育種有足以傲人的成績。

3. 早期臺灣在來稻之改良：

臺灣在來稻品種多由明鄭時期跟隨粵閩移民而帶進臺灣栽培者。這些品種一般平均株高較高、品質不佳、產量不高。日據時期日人對臺灣在來稻之改良並不熱衷，可能是由於品質不符日人消費習慣而予以忽略。日人對臺灣在來稻之品種改良主要工作爲限定栽培品種，去除異品種及紅米，這個工作始於1906年之品種整理，並於1910～1913年，以四年爲一期，逐步限定栽培品種及去除異品種與紅米，該項工作持續在1915年進行第二循環之純系選拔工作，使異品種及紅米得以大部分去除，而使產量增加。1920年以後仍以混合選種方式進行原種之選拔。由上述作法可知日本人對臺灣在來稻之改良並不像蓬萊稻改良工作那麼積極且有系統的進行。雖然日據時期曾由代表品種175種選出40種實施人工雜交共得780組合[(24)]，以及進行日本種與在來種之交配[(24)]，但均因無優良後代系統或因不稔性而放棄，因此日本人對臺灣在來稻改良之貢獻不若蓬萊稻。

光復後臺灣省農業試驗所鑑於臺灣在來稻品種多且雜，以及有第1期作及第2期作栽培品種選用的問題[(11)]，1951～1952年開始著手詳細調查141個在來稻品種，並以2期性品種屬敏感的短日照品種，1期作品種爲日長鈍感品種區分，結果選出39種爲2期作品種，1期作品種則有102種。由調查結果最適宜於1期作栽培者有白殼、密粒清油、高腳柳州、低腳柳州、白葉、烏尖、白殼舊、烏殼、紅米舊、青心仔等10種，適合2期作者有菊仔、敏黨、格仔、白殼格仔、赤殼舊、宜蘭種、宜蘭會胎麴、水浸種、白殼花螺等10種。而適合1、2期作者有白葉、高腳烏占、白殼、白殼軟枝、紅仁仔、烏毛種、菊仔等。這是對臺灣在來稻比較有系統的調查以及推薦適合第1、或第2期作或適合1、2兩期作品種，使栽培在來稻時可選擇適當品種栽培[(11)]。

4. 在來稻（秈稻）雜交育種之實績：

因爲政策上長期重視蓬萊稻之改良，過去對秈稻之改良給予較少之注意，1949年臺中區農業改良場做了5個臺灣在來稻的雜交組合，其中從低腳烏尖與菜園種雜交組合中於民國42年第1期作選出豐產、耐肥又抗稻熱病之品系並於民國46年正式命名爲臺中在來1號[(4)]。該品種不但在國內栽培面積1960～1976年佔全部秈稻面積之第一位，在國外如印度、美國也有很大栽培面積，後來菲律賓國際稻米研究所利用低腳烏尖與peta雜交而選出IR 8，俗稱奇蹟米

品種，隨後並有綠色革命之稱。臺中在來1號在世界稻米改良上實扮演了重要角色。1960年以後農復會（農委會前身）補助新竹、臺中、臺南及高雄等場進行臺中在來1號之產量試驗爲秈稻改良之先驅。此後臺灣秈稻之改良工作由臺灣省農業試驗所、農試所嘉義分所、臺中場、臺南場及高雄場辦理。1973年農業試驗所嘉義分所育成嘉農秈6號及嘉農秈選8號，另有嘉農秈11號、臺農秈12號、臺農秈14號、臺農秈18號、臺農秈19號、臺農秈20號(香米)、臺農秈糯2號；臺中秈2號、臺中秈3號、臺中秈5號、臺中秈10號、臺中秈16號、17號及臺中秈糯1號；臺南秈15號；高雄秈2號及高雄秈7號，臺秈糯2號等20個秈稻品種先後被育成[5,9]。這些育成品種推廣後臺中在來1號在1970～1976年成爲本省秈稻栽培面積最廣品種，而這段期間臺中秈2號爲第二位，新竹矮腳尖及嘉農秈11號爲第三位。1977～1983年臺中秈3號取代臺中在來1號成爲栽培面積最廣之秈稻品種。臺中在來1號、臺中秈10號居第二位。臺中秈3號、新竹矮腳尖、高雄秈7號則爲第三位。1984～1994年臺中秈10號品種因米質優良、豐產等特性而成爲本省栽培面積最廣之秈稻品種，其米質甚受消費者之喜愛，目前尙無更好之秈稻品種可以取代。在這段期間臺中秈3號、高雄秈7號、臺中在來1號、臺秈1號、臺中秈17號等之栽培面積退居第二或第三位。由以上結果知，臺灣秈稻改良起步比蓬萊稻較晚，育成之品種數也比蓬萊稻少了許多。所有育成品種中，臺中在來1號、臺中秈3號、臺中秈10號、高雄秈7號等受農民喜愛之栽培期間較爲長久，推廣上較爲成功（表3）。

表3. 1970～1994年優良秈稻栽培品種

年代	順位		
	1	2	3
1970～1976年	台中在來1號	台中秈2號	新竹矮腳尖 嘉農秈11號
1977～1983年	台中秈3號	台中在來1號 台中秈10號	台中秈2號 新竹矮腳尖 高雄秈7號 台中在來1號
1984～1994年	台中秈10號	台中秈3號 高雄秈7號 台中在來1號	高雄秈7號 台中秈3號 台中在來1號 台中秈17號 台秈1號

5.抗病育種

臺灣位於亞熱帶，氣候高溫多濕，適合各種病原菌之生長，作物經常遭受病蟲危害。目

前危害臺灣水稻之重要病害有稻熱病、紋枯病、白葉枯病、黃葉病、黃萎病及其他病害等。稻熱病在本省水稻栽培上一直最受注意，危害也最大。但近年來白葉枯病之危害有趨於嚴重之勢，目前本省抗病育種工作多以稻熱病及白葉枯病較受注意，紋枯病則因抗病親本難尋而僅做檢定工作。

(1)**抗稻熱病育種**：1926年日本引進品種中村種被推薦後發生稻熱病危害，而使蓬萊稻之育種開始重視稻熱病抵抗性，當時育種尙無固定病圃可供檢定，通常以調查實地之罹病率，逐年漸次選擇比較耐病的品種以供推廣。光復後本省計畫推動抗稻熱病育種，開始是在1950年，但延至1956年起才在壯圍、東勢、嘉義、萬巒及關山等五處設置稻熱病統一病圃檢定後代材料。1982年因稻作育種規模縮小，僅餘嘉義及關山兩病圃。

本省第一個抗稻熱病品種爲光復1號,1949年推廣後不久因生理小種之發生而失去抗病性，迅即被光復401號取代,顯示抗病品種有抗病基因控制問題[18,21]。臺灣省農業試驗所曾分析本省抗稻熱病品種之抗病性，發現稻熱病抵抗性由四種不同基因控制，即Pi4、Pi13、Pi22及Pi25等。臺灣育成之抗稻熱病品種殊少具水平抵抗性者，多爲直式抵抗性，過去育成之品種光復1號、光復401號、臺中184號、臺中186號、臺南6號及臺東29號等之抗病親本多源自荔枝紅。荔枝紅具有Pi-k抗稻熱病基因並有3-4個相對基因可交替，因此過去育成之抗病品種所帶之抗病基因可能是Pi-k相對基因的輪流交替，故短時期內常常失去其抗病性。

除荔枝紅抗病親本外，嘉農242號之抗病親本爲Nc4、臺農62號之抗病親本爲源自中國大陸而由美國引進臺灣之CI5309。1980年以後所用之抗病親本較爲廣泛，臺農68號之抗病親本爲ASD-7，臺農69號爲Oryzae rufipogon與CI 5309，臺農70號爲Mudgo與CI5309，最近育成之臺梗9號爲IR5470，臺梗13號爲C46-15。農試所1983年以後更建議利用新抗源品種（系）如Tetep、Carreon、Tadukan、Dular、IRAT13、IR1905-81-3-1、IR3259-995-160-1、IR3259-95-160-3、IR3259-8 -172-5、IR4227-18-3-2、IR4547-5-3-6及IR4547-9855-1等做爲抗病親本[22]，以擴大抗病基因來源，後三者對褐飛蝨並具有抵抗性。

表 4說明1984～1994年本省觀察及高級試驗水稻品系稻熱病檢定呈抗級之比率，無論秈稻或梗稻，抗病品系之比率均呈50～90％之間，顯示本省育種材料在選拔過程中均重視稻熱病之抵抗性[3]。表5則爲新育成之臺梗號品種對葉及穗頸稻熱病之抵抗性。對葉稻熱病抵抗之品種有臺梗1號、2號、3號、5號、7號、8號、10號、11號、12號及13號。顯示多數新育成品種對稻熱病均具有中抗以上之抵抗性。

表4. 1984年～1994年本省觀察及高級試驗品系稻熱病檢定結果呈抗級比率

期作		稻熱病抗級比率(%)	
		梗稻	秈稻
第1期作	觀察品系	46.0～79.3	80.3～94.1
	高級品系	51.1～75.4	69.6～96.0
第2期作	觀察品系	57.5～92.0	81.7～100
	高級品系	52.6～81.1	53.0～96.8

表5. 主要栽培品種對稻熱病之抵抗性

品　種	葉稻熱病	穗稻熱病
台農67號	S-HS	S-HS
台稉 1號	MR-R	S-HS
台稉 2號	MR	MR
台稉 3號	MR	MR
台稉 4號	S-MR	S-MR
台稉 5號	MR	HS-MR
台稉 6號	MS-MR	MS-MR
台稉 7號	R	R
台稉 8號	R	R
台稉 9號	MS-MR	HS-R
台稉10號	MR-R	MR-R
台稉11號	R	MR-R
台稉12號	MR-R	MR-R
台稉13號	R	R

(2).**白葉枯病**：水稻白葉枯病是細菌性病害，通常發生在水稻生育中、後期，尤以第2期作遇颱風後爲甚。過去以秈稻爲較易感染白葉枯病，但最近幾年來，稉稻之白葉枯病危害有逐漸增加之趨勢。由表3知從1986年～1994年間，本省白葉枯病發生面積除1991及1993外，其餘每年發生面積均在2萬公頃以上，尤其1989及1992兩年發生面積超過4萬公頃（表6）。由於該病不易以藥劑防治，育成抗病品種更形重要[23]。根據研究本省白葉枯病的菌株確有不同病原型存在，約可區分爲五個病原型。

表6. 1986～1994年全省白葉枯病發生面積

年 別	發生面積(公頃)	
	第一期作	第二期作
1986	5, 730	24, 323
1987	6, 930	21, 156
1988	6, 725	24, 039
1989	13, 027	44, 145
1990	7, 013	33, 374
1991	4, 733	11, 329
1992	13, 385	26, 398
1993	7, 755	11, 825
1994	4, 929	43, 279

資料來源：農林廳

臺灣對白葉枯病育種雖在1968年檢定395個秈稻品種，復於1973年分別在臺北、臺中、臺南、高雄進行新育成品系檢定工作，但至今仍無眞正成立一個計畫認眞在執行抗病育種工作，僅對雜交後代固定品系加以檢定，但檢定結果並不理想，呈中抗級以上的品系並不多[4]。尤其對兩個致病力較强的菌株XM42及XF71a或XF81均很少有抵抗性的品系(表7)。最近育成的臺梗品種具抵抗性者也不多見，因此，臺灣水稻品種對白葉枯病的抗病育種有必要加强(表8）。

表7. 歷年水稻品種(系)白葉枯病檢定MR級以上所佔比率(%)

年份		梗稻		秈稻	
		I 期	II 期	I 期	II 期
1976		67.1	92.9	70.2	58.2
1981		16.2	65.6	55.8	51.7
1982		46.4	17.9	15.3	0.0
1983		71.4	60.7	36.8	5.3
1984		25.3	47.1	20.7	27.6
1986		3.7	0.0	4.0	0.0
1987		5.5	8.8	0.0	25.0
1988		15.8	6.6	4.5	0.0
1989		21.7	2.1	0.7	0.0
1990		0.7	0.7	2.7	2.7
1991	XM42	0.9	0.9	3.3	0.0
	XF71a	21.7	0.0	3.3	0.0
1992	XM42	82.9	72.2	77.5	12.5
	XF71a	0.6	27.2	0.0	2.5
1993	XM42	0.6	0.0	0.0	0.0
	XF81	2.5	76.6	28.6	66.7
1994	XM42	1.8	0.0	0.0	0.0
	XF81	48.2	13.5	37.5	4.5

表8. 本省推廣水稻品種對不同白葉枯病菌系之反應

品種別	菌系				
	XM 42	XF 13	XF 71a	XF 20	XO-604
高雄141號	MS-HS	S-MR	—	—	MS-R
台中189號	MS-HS	—	—	MS-MR	MR-R
台農67號	MS-HS	MS-MR	—	MS-MR	MR-R
台農70號	MS-HS	MS-MR	—	MS-MR	MS-R
台南 9號	MS-HS	MR-R	HS-MR	MR-R	R
台梗 1號	MS-HS	S-R	—	MS-R	MS-R
台梗 2號	MS-HS	—	—	MS-R	MS-R
台梗 3號	MS-HS	MS-MR	MS-MR	—	—
台梗 4號	MS-HS	—	—	—	—
台梗 5號	MS-HS	MS-MR	—	R-HR	—
台梗 6號	MS-HS	MS-MR	S-MR	MS-R	MR-R
台梗 7號	MS-HS	—	—	MS-MR	MR-R
台梗 8號	MS-HS	MS-MR	—	MR-R	MR-R
台梗 9號	MS-HS	—	—	MS-MR	MR-HR
台梗10號	MS-HS	MR-R	S-MR	MR-R	R
台梗11號	MS-HS	—	—	MS-MR	MR-HR
台梗12號	MS-HS	—	—	—	MR-R
台梗13號	MS-HS	—	—	—	—

6.抗蟲育種：

危害臺灣水稻害蟲種類繁多，隨著耕作制度及防治措施的演變，害蟲之危害程度亦有差異。一般而言，臺灣水稻之重要蟲害有二化螟、三化螟、黑尾浮塵子、負泥蟲、鐵甲蟲、褐飛蝨、黑椿象等。臺灣抗蟲育種有系統而有成效者首推對褐飛蝨之育種。1968年臺灣省農業試驗所嘉義分所獲致抗蟲源之後展開。最早利用之抗蟲基因爲IR9-60 及高雄秈育12號之bph 2。1972～1978年以後則利用IR561-38-6、IR15 61-43-2及IR1561-2456之Bph1抗蟲基因。1979以後IR13539、IR13429 及 IR13427之Bph3及IR15314-16-2及IR15315-42-2之bph4抗蟲基因則被加以利用並曾試圖將此兩種抗蟲基因導入於具Bph1或bph2抗蟲基因品種（系）內，惜未成功。梗稻抗蟲育種初期多以Mudgo（Bph 1）與ASD-7（bph 2）爲抗源，直到1982年開始才利用具有Bph3或bph4 之抗蟲系統如IR13427、IR13249、IR15314及IR15315等。農試所利用野生稻Oryzae rufipogon及Rathu Heenati、Babawee等爲抗蟲親本，臺中場則以高雄秈育12號爲主要抗蟲親本，另外利用IR13529-11-1、IR17488-2-2-1等爲親本（表9）。

抗褐飛蝨育種初期以秈稻爲主(19,20),但因本省秈稻之栽培面積在1973年第一個抗蟲品種嘉農秈11號育成之後已逐漸減少，雖然後來陸續有臺農秈12號、臺農秈14號、臺農秈18號、臺農秈19號、臺中秈10號及臺中秈16號抗褐飛蝨品種育成，除臺中秈10號外其餘抗蟲品種均未能成功的推廣。1982年以後梗稻抗褐飛蝨品種才被育成(27)。其抗蟲基因來源不同，臺農68號爲bph2，臺農69號爲Bph3，臺農70號及最近育成之臺梗 2號均爲Bph1（表10）。試驗場

所對抗褐飛蝨之育種方法，多用回交方法轉移抗蟲基因於栽培品種或先育成中間親本後，再進一步育成優良系統。1989年及1991年起並對斑飛蝨及白背飛蝨進行後代系統之抗蟲性檢定(3)，從最近檢定結果梗稻品系對褐飛蝨、斑飛蝨及白背飛蝨抵抗性比率上比秈稻要低(表11)，因此，對梗稻抗飛蝨之育種似有鬆懈，宜加以重視。

表9. 台灣常用之抗蟲基因源

場所	型別	主要抗蟲來源
嘉義分所	秈	IR1561(Bph1)；IR9-60，高雄秈育12號(bph2) IR13427，IR13429(Bph3)；IR15314， IR15315(bph4)
	梗	Mudgo(Bph1)；ASD7(bph2)；IR13427， IR13429(Bph3)；IR15314，IR15315(bph4)
農試所	梗	嘉農育243號，252號(Bph1)；台農68號(bph2) Oryza rufipogon，Rathu Heenati(Bph3) Babawee(bph4)
台中場	秈	高雄秈育12號(bph2)，IR13539(Bph3) IR17488(bph4)

表10. 台灣育成之抗蟲品種

品種	型別	育成年份	育成場所	親本	抗蟲基因
嘉農秈11號	秈	1973	嘉義分所	IR 8/IR 9-60	bph 2
台農秈12號	秈	1979	嘉義分所	高雄秈育12號/IR 22	bph 2
台農秈14號	秈	1982	嘉義分所	IR 1561-38-6//高雄秈育12號/IR 22	bph 2
台農秈18號	秈	1984	嘉義分所	高雄秈育12號/IR 22//IR 24/IR 1561-15-3-3	bph 2
台農秈19號	秈	1984	農試所	(IR 1561-15-3-3//IR 8/IR 9-60)/嘉農秈育7號//台農秈12號	bph 2
台中秈10號	秈	1979	台中場	高雄秈育12號/IR22//嘉農秈育14號	bph 2
台中秈16號	秈	1981	台中場	IR 24/高雄秈育12號//IR 26/Gangala	bph 2
台農68號	梗	1982	嘉義分所	南改育77號//台南5號/ASD 7	bph 2
台農69號	梗	1984	農試所	F3 (TNG61 M5-10-14 / O, rufipogon/TNG 62)	Bph 3
台農70號	梗	1985	嘉義分所	TNG 67/(台南 5號/Mudgo//台南 5號)	Bph 1
台梗2號	梗	1989	台南場	TNG 67/嘉農252號//台南 9號	Bph 1

表11. 歷年抗飛蝨品系比率

年份	褐飛蝨		斑飛蝨		白飛蝨	
	稉稻	秈稻	稉稻	秈稻	稉稻	秈稻
1986	28.7	73.1	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	-	-
1988	-	-	-	-	-	-
1989	9.3	100.0	18.6	100.0	-	-
1990	34.9	70.1	1.8	100.0	-	-
1990	18.0	24.2	-	-	32.4	93.9
1992	2.1	62.2	39.3	97.3	9.7	94.6
1993	20.1	35.5	36.1	41.9	12.5	22.6
1994	21.9	53.6	30.5	78.6	24.5	82.1

7. 米質改良：

臺灣對稻米品質之改良以蓬萊稻爲主，秈稻在1971年以後才開始注意米質改良。日據時期爲迎合日本人之消費習慣，在品種改良時就把米質與產量、抗病性同列爲育種上重要目標。因此日據時期新竹州產之竹成種被認爲是壽司米，其後育成之臺中65號、高雄6號、高雄10號、臺農5號、臺農38號、臺農48號及新竹4號等品種均曾爲良質品種。但日本人一直認爲臺灣產的蓬萊米品質仍未達日本國內米質之水準。

本省1970年代以後開始注意米質改良的問題(6)，1971年首先在臺中區農業改良場成立米質檢驗室，開始有系統的做米質檢驗的工作。各場所育成之後代也經由該分析室之協助而得知其米質優劣，使選拔之準確度提高。但由於人力及經費之不足，無法承擔所有後代材料之篩檢工作，因此米質之選拔在分離世代多以目測外觀優劣爲選拔標準，到固定品系以後才進行化學分析。食味之判定則以官能測定爲主，試食時分別就米飯之光澤、色澤、黏性、彈性、香味及口味等分別與對照品種比較而評定其等級。

目前本省米質改良常用之親本，稉稻有越光、世錦、秋田小町、北陸100、絹光、夢光、M401、臺農68號、臺稉2號、臺稉9號、臺稉育11614及香米品種Basmati及IR841等。秈稻以臺中秈10號、臺秈育3362號、Milyang 51、80、81、Suweon 287、290、332、333、334、340、341、M202、401、Lemont、C4-63等爲主要來源，由於本省歷年育成推廣之蓬萊稻品種，其烹調及食用品質變異非常狹小，對優良品種之判定常要借助於官能測定，而秈稻在這方面之變異比較大，不過秈稻品質米粒形狀如長短、粗細常爲米質改良上的爭論項目(9)。最近由於消費者及育種者對良質品種之要求甚爲殷切，因此育種場所也非常注意米質之改良，在推廣品種中經推薦爲良質米的品種計有臺中秈10號、臺中189號、臺農70號、臺南9號、高雄142號、臺稉2、3及5號、高雄139號等。最近幾年育成的臺稉8號、9號、11號及12號均爲米質優良的品種。

三、臺灣水稻育種制度之沿革

水稻不僅在臺灣，甚至在亞洲及其他國家均為最主要之糧食作物，而且歷史悠久，因此它的育種制度也較為完善。日據時期臺灣開始進行雜交育種工作，其雜交、後代選拔、產量試驗等已有基礎，因此光復後初期本省水稻育種制度從雜交技術、後代選拔、初級、高級產量比較試驗、地方試驗、全省區域試驗、示範及種子繁殖等均已相當完整。1959年張訓舜先生首先描繪本省水稻育種程序圖(圖3)(25)。1961年張德慈先生在臺灣省稻作改進會第六次大會建議修改上述粳稻育種程序(26)，經大會通過後由農林廳公佈實施，修正後之育種程序如圖4。該修改後之育種程序與1960年前之程序不同之處有6點：

1.加重又提早抗病性與耐肥性之檢定工作，配合選拔目標。

2.加强選拔初期之產量檢定工作（即初級試驗內必須有產量之檢定），以試驗方式作為測定產量能力與選留之平準，免除目擇之偏差。

3.加重地方試驗在選拔品系工作中之份量，並將地方試驗之開始世代提前，以配合探求地方適應性之重要性。區域試驗一年品系可申請命名。

4.藉合作病圃與區域試驗加强場所間之品系交換，並充分利用育種材料。

5.藉一客觀之小組，以經常巡視勘察之方式，審查並核定新品系之命名與推廣，以防濫行推廣平庸之品種或品系。

6.將示範與原原種繁殖工作置于並行位置，以減縮一新品種育成過程中試驗與示範年限，加速推廣。

經修改後之育種程序，在執行過程中仍有些微之修正如有的場所無適當病圃，無法進行抗病性之檢定。中級產量試驗，地方試驗各執行一段時間後則未再進行，耐肥性檢定以要申請命名之品系為主。隨階段性需要而有抗病、抗蟲、米質、耐寒之檢定，長秈稻品種改良由嘉義農業試驗分所統籌辦理，其他場所協辦，後來因長秈稻收購及市場問題而修正其育種目標(5)，這些都在育種技術小組架構下執行的。

1980年代以後國內稻米每人平均消費量大幅遞減，形成稻米生產過剩問題，水稻育種規模亦醞釀應予縮小，因此1985年幾經討論訂定「稻作育種實施方案」及「執行要點」，並於1986年4月16日召開之第四次稻作試驗研究策劃小組通過後，將實施20幾年之水稻育種制度做大幅度之修改(圖5)。修改之重點包括後代系統選拔程序、限定辦理雜交之機構及命名之程序等，其項目包括(13,16)：

1.成立水稻育種小組，由臺灣省農業試驗所及相關育種場所組成，並由農業試驗所統籌辦理。雜交親本、各性狀檢定結果之報告、參加區域試驗品系、提出申請命名之品系，均由這個小組會議決定。

2.雜交到固定系統之選拔，粳稻由農試所及嘉義分所辦理，F5以後之固定系統則分送各育種場所做產量比較試驗、各性狀之檢定及區域試驗等。秈稻則由臺中區農業改良場負責，後代固定系統除臺中場外並送臺南、高雄兩場進行產量試驗及各性狀之檢定。

3.品種命名時一律冠上臺粳、臺秈、臺粳糯及臺秈糯，再按申請順序給予號碼。但各命名場所可經命名委員審查通過而給予商品名稱。

4.縮短初級到高級產量試驗之年限，但區域試驗要有完整之二年資料才可以申請命名。

5.修改後之制度採團隊精神，以分工合作方式進行。

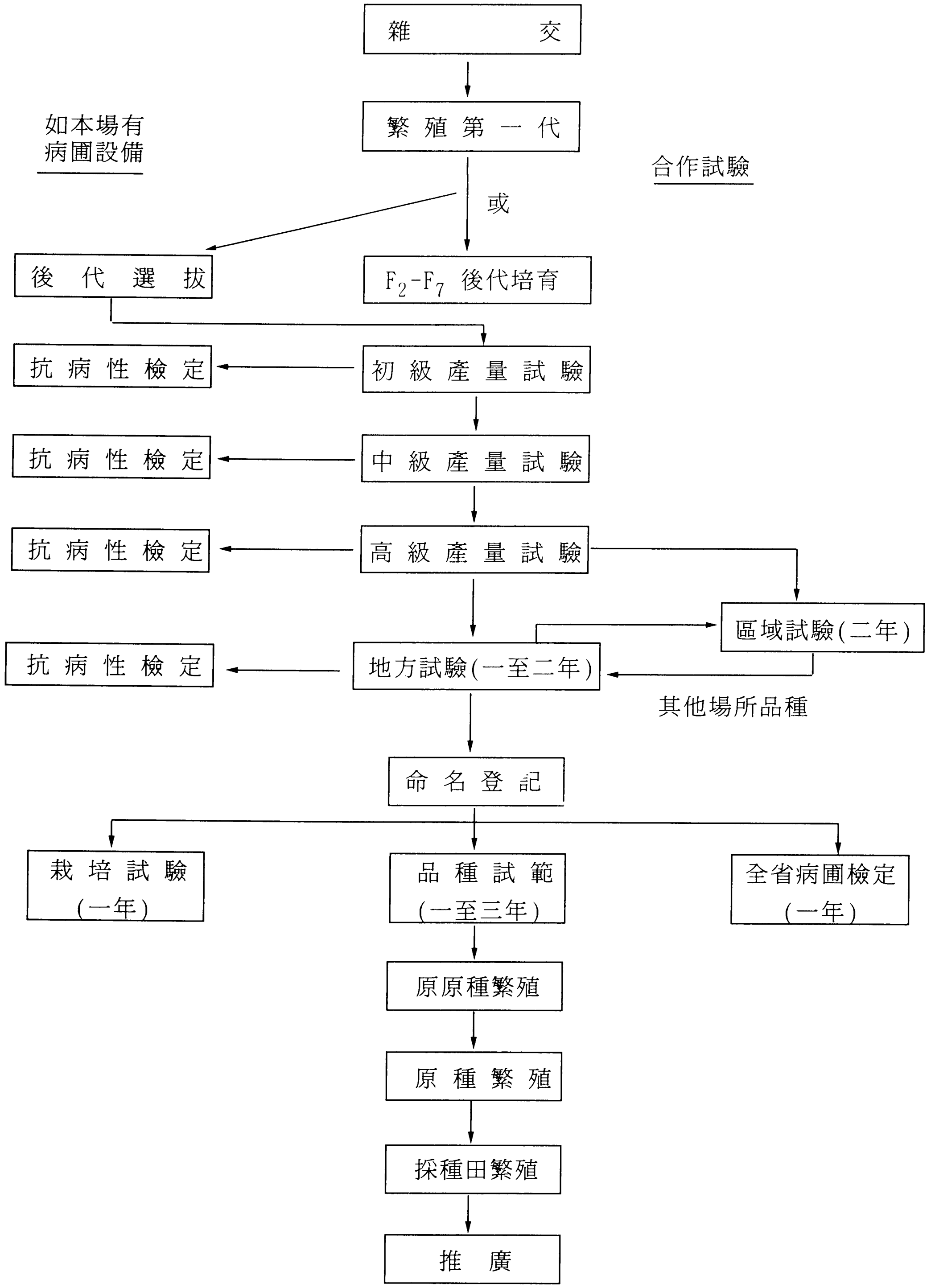

圖3. 1956年～1959年本省梗稻育種制度(張訓舜，1959)

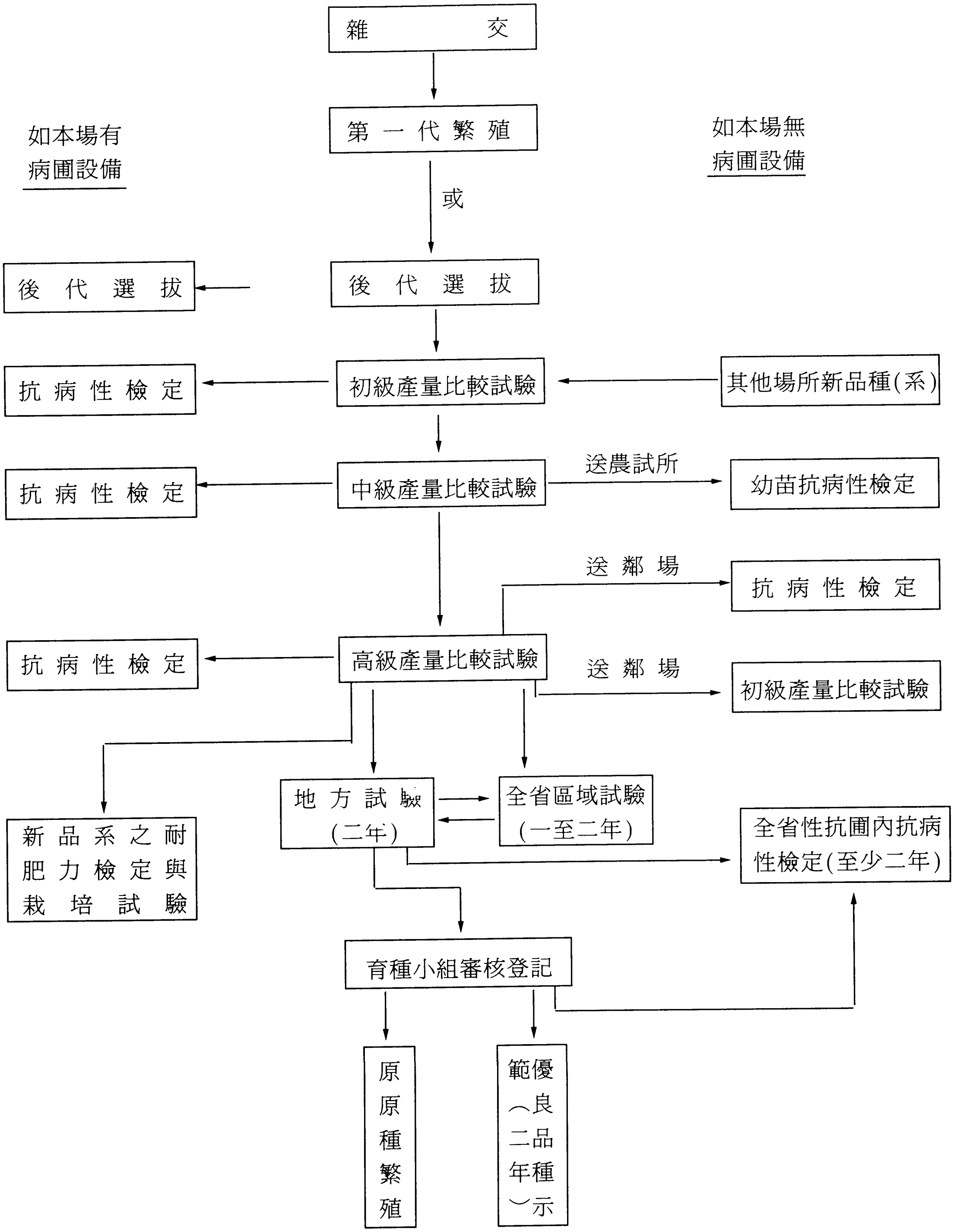

圖4. 第一次修改後之本省粳稻育種制度(張德慈，1961)

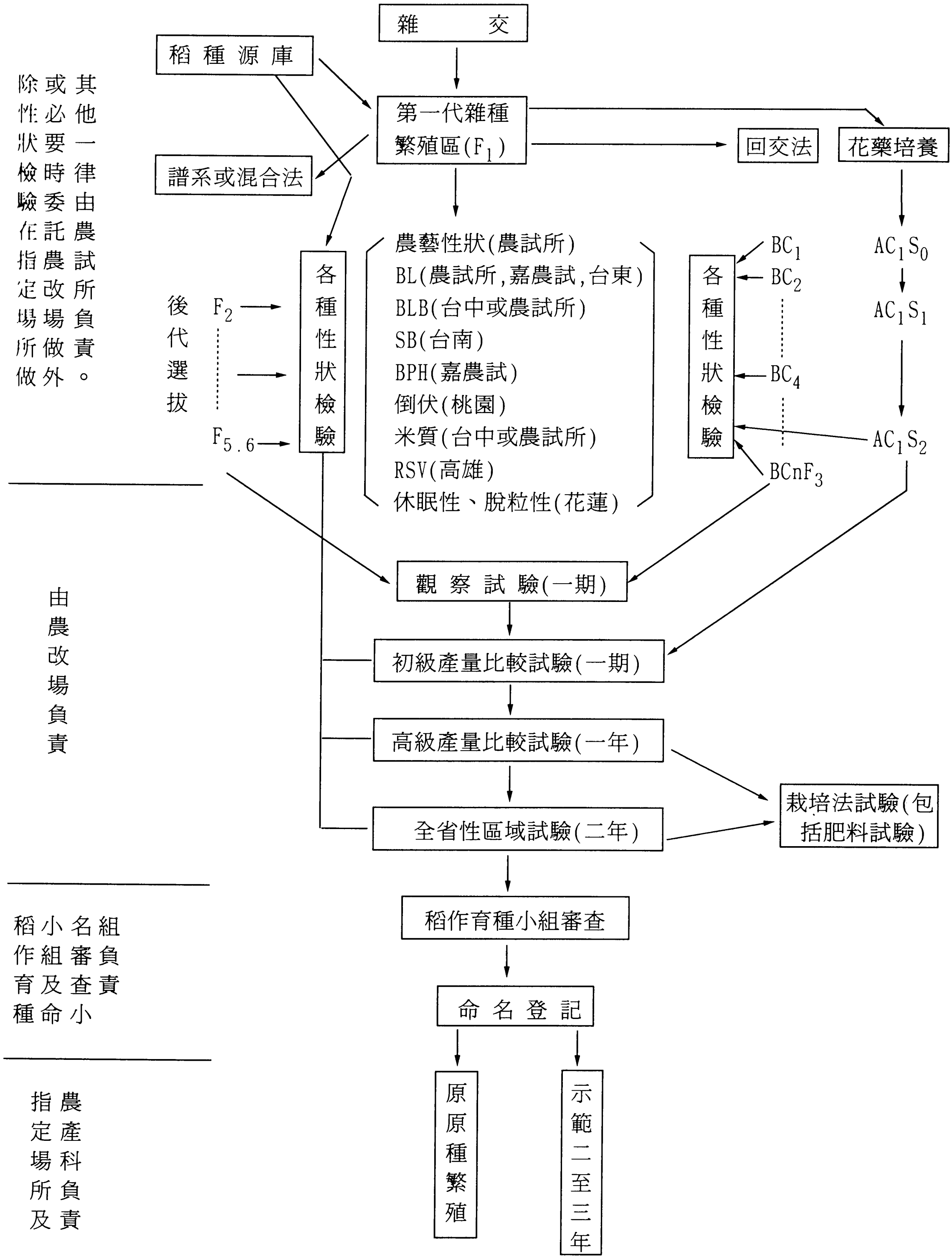

圖5. 1986年稻作育種小組成立後育種制度(黃正華、黃眞生，1986)

雜交後代各場所辦理之檢定項目如下：梗稻及秈稻雜交分離世代農藝特性及回交後代各性狀之檢測分由農試所及臺中場負責。稻熱病圃設立在嘉義農試分所及臺東場之關山，負責稻熱病之檢定。其餘桃園場負責耐寒性、倒伏性檢定，飛蝨類檢定則由嘉義農業試驗分所負責，高雄場負責縞葉枯病檢定，花蓮場負責休眠性及脫粒性之檢定。這個制度執行以來命名推廣的品種包括成立初期在各試驗單位已接近完成命名所需試驗資料之材料，仍以原育成機關命名者如臺灣省農業試驗所嘉義分所的臺農70號及臺農72號、臺南場的臺南9號、臺中場的臺中190號及高雄場的高雄142號。而育種小組成立後所選育獲命名的品種有臺梗1號、臺梗2號、臺梗3號、臺梗4號、臺梗5號、臺梗6號、臺梗7號、臺梗8號、臺梗9號、臺梗10號、臺梗11號、臺梗12號、臺梗13號、臺梗糯1號、臺梗糯3號、臺梗糯5號、臺秈1號及臺秈糯2號等，這些品種經示範推廣後，1994年的栽培面積共計有135,567公頃,佔全省稻作總栽培面積的40.8%，可說成效斐然（表12）。但該制度在1995年之第2期作起則開始開放各場所可自行雜交並進行後代培育工作，但育種小組仍統籌育種之工作。

表12. 1994年台梗品種栽培面積及所佔比率

品　種	栽培面積(ha)	佔當年栽培面積%
台梗 1號	4,151	1.25
台梗 2號	29,287	8.82
台梗 3號	3,705	1.12
台梗 4號	1,684	0.51
台梗 5號	7,839	2.36
台梗 6號	1,256	0.38
台梗 7號	606	0.18
台梗 8號	84,456	25.43
台梗 9號	1,950	0.59
台梗10號	515	0.16
台梗11號	118	0.04
合　計	135,567	40.82

四、檢討與展望

本省梗稻向以豐產、抗病蟲害、優良米質及强桿不倒伏等主要特性爲選育目標，並以早熟及適應各地需要性狀爲輔[12,13]，檢討過去育成品種之產量，多數均受栽培農民歡迎，但所有豐產品種中以臺農67號較爲成功，命名時資料顯示其公頃平均產量較當時對照品種臺南5號增產一期作10.5%，二期作11.9%。但以後以臺農67號爲對照而育成之品種中僅臺梗2號、臺梗5號及臺梗12號之產量兩期作均超過臺農67號，但最高增產幅度均在6.0%以下，其他則

未能超過（表13）。其次就1984～1993年梗稻區域試驗參試品系四個期作及七個地區之產量平均值與對照品種臺農67號比較結果，最高的增產幅度僅達6.9%，在有些年期之平均產量甚至不如臺農67號（表14），這個結果顯示在豐產的育種目標上存有瓶頸，以目前所用材料及育種方法不易有高產遺傳基因之組合，欲在產量上尋求突破，必須在材料及育種方法上多方嚐試，以塑造高產品種之遺傳型而突破目前的產量上限瓶頸。

其次就抗病育種而言，稻熱病的抗病育種有良好成績，但因病原菌本身的複雜性，常有很多新生理小種產生。同時過去用於抗病之親本所含抗病基因多爲主效性因子。因此，往往推廣後短時間內即失去抵抗性。稻熱病之抵抗性有直式及橫式或水平性抵抗性，目前已篩選出具有水平抵抗性之抗病親本，今後如何利用這些材料將其抗病因子導入臺灣栽培水稻品種，並做適當的檢定，以育成眞正具有水平抵抗性品種，對將來稻熱病之防治會有很大幫助[22]。另外，目前水稻栽培上漸趨嚴重之白葉枯病，在育種上似乎給予較少注意，以致最近幾年成爲水稻生產上重要限制因子,每年發生面積均在2萬公頃以上[23]，而栽培面積較多的推廣品種中尙乏眞正抗病的品種，本病又屬細菌性病害，藥劑防治比較困難，因此育成抗病

表13. 主要推廣品種與對照品種產量之比較

品種別	育成年代	產量(kg/ha)		比對照品種增產指數(%)		對照品種
		I期	II期	I期	II期	
台南 5號	1965	5497	4969	103.2	97.2	台南 1號
高雄139號	1975	6408	4407	105.5	103.5	台南 5號
台農67號	1978	5962	5153	110.5	111.9	台南 5號
高雄141號	1980	6470	4420	110.1	103.5	高雄選1號
台梗 1號	1988	5433	3816	105.1	100.6	高雄141號
台梗 2號	1989	6494	4532	104.5	101.4	台農67號
台梗 3號	1990	6250	4190	100.5	93.8	台農67號
台梗 4號	1990	5946	4211	101.1	98.1	台農67號
台梗 5號	1990	6161	4480	104.8	104.4	台農67號
台梗 6號	1991	6147	4580	99.4	99.9	台農67號
台梗 7號	1992	6302	4734	98.5	94.1	台農67號
台梗 8號	1992	6542	4935	102.2	98.4	台農67號
台梗 9號	1993	6199	4747	96.9	94.7	台農67號
台梗10號	1993	6808	4609	102.5	95.0	台農67號
台梗11號	1994	6586	5178	114.5	115.4	高雄141號
台梗12號	1995	6965	5420	105.9	103.4	台農67號
台梗13號	1995	7033	5094	106.9	97.2	台農67號

表14. 歷年梗稻區域試驗品種(系)產量與對照品種台農67號產量比較表

年組	期作	参試品系數	平均產量 (kg/ha)	比台農67號增產指數(%)
1984	I	13	4,918～6,303	80.8～103.5
	II	13	4,159～5,490	79.4～104.8
1985	I	17	3,670～5,754	63.6～ 99.7
	II	17	2,883～4,572	62.9～ 99.7
1986	I	8	5,521～6,097	87.8～ 97.0
	II	8	3,467～4,053	83.1～ 97.1
1987	I	9	5,204～6,562	83.7～105.5
	II	9	4,122～4,532	92.2～101.4
1988	I	8	5,590～6,829	87.3～106.7
	II	8	3,713～4,434	82.7～ 98.7
1989	I	8	5,089～6,327	82.4～102.4
	II	8	4,034～4,580	88.0～ 99.9
1990	I	8	5,945～6,659	92.9～104.0
	II	8	4,400～4,878	87.8～ 97.3
1991	I	9	4,913～6,818	74.0～102.7
	II	9	3,998～4,609	82.4～ 95.0
1992	I	8	5,830～7,033	88.7～106.9
	II	8	4,252～5,420	81.2～103.4
1993	I	13	6,285～6,996	91.5～101.9
	II	13	4,684～5,136	90.3～ 99.0

* 兩年四期作及七個地區之產量平均值。

品種推廣給農民種植更爲急迫。國內各育種場所應加强抗病親本之篩選，或引進如IR20、DV 85、IR1545-339等抗病良好之種源，利用育種方法導入臺灣栽培的品種。抗蟲方面在1980年代有輝煌成就，但近年則相對比較鬆懈，以致目前推廣品種中具有抗褐飛蝨品種比例已漸漸減少，因此將多種抗病蟲害基因導入同一品種，以育成農藝性狀優良之抗多種病蟲害品種爲今後育種上必須考慮的問題(19,20)。

米質改良由於最近幾年來政府及消費者的重視已有比較好的成績。從1972年以後育成的品種白米率、完整米率已有改進（表15），但白米外觀蓬萊稻品種間差異並不明顯。秈稻在透明度、心白、腹白等已有改進，而粒型的變化也較多（表16），食用品質方面梗稻變化不大，秈稻如臺中秈10號則有明顯之改進（表17）。從這些資料顯示欲育成高級米質之水稻品種，在選拔方法上，尤其對食味之判定如何增進其效率及正確性必須加以改進(7)。過去日據時期認爲臺灣生產之蓬萊米品質比不上日本本地生產之梗型米質，經過多年之努力，品質之

差異已不明顯，如何更進一步在品種上，栽培技術上努力，建立一套生產良質米之技術甚爲重要。

表15. 不同年份育成品種碾米品質比較

資料來源：台中場

	年份	品種數	糙米率	白米率	完整米率
梗	1930-1958	9	81.3	71.3	67.2
	1961-1970	8	81.0	70.9	64.6
稻	1972-1980	11	82.3	72.3	64.1
	1981-1990	14	82.7	73.6	67.8
秈	1957-1969	3	78.7	68.2	53.8
	1974-1980	8	79.5	71.0	60.2
稻	1981-1988	7	79.3	69.3	60.9

表16. 不同年份主要栽培品種白米外觀

	年份	品種數	大小	形狀	透明度	心白	腹白
梗	1930-1958	9	短	粗圓	2.5	0	0.9
	1961-1970	8	短	粗圓	3.0	0.8	0.8
稻	1972-1980	11	短	粗圓	3.1	0.6	1.3
	1981-1990	14	短	粗圓	2.8	0.4	0.6
秈	1957-1969	3	短-中短	中-粗圓	4.0	0	3.3
	1974-1980	8	中等-中長	中間-細長	2.5	0.6	0.8
稻	1981-1988	7	中等-中長	中間-細長	3.0	1.0	0.7

表17. 不同年份主要栽培品種、烹調及食用品質

	年份	品種數	鹼性擴散值	糊化溫度	直鏈性澱粉(%)	粗蛋白質(%)	膠體性質
梗	1930-1958	9	6	低	19.9	7.0	軟
	1961-1970	8	6	低	20.1	7.2	軟
稻	1972-1980	11	6	低	18.8	6.9	軟
	1981-1990	14	6	低	17.8	6.4	軟
秈	1957-1969	3	5-7	低-中	29.6	8.9	硬
	1974-1980	8	3-7	低-中高	24.8	8.3	軟-硬
稻	1981-1988	7	4-7	低-中	23.6	7.8	軟-硬

本省水稻育種經政府政策的指導及各育種場所育種專家之努力，其成就頗受肯定。但檢討目前本省多數栽培品種之產量潛力、抗病蟲害性、米質及其他諸多性狀仍嫌不足，可進一步加以改良，在理想品種中以育成具高產潛力、抗多種病蟲害及優良米質，再配合其他優良農藝性狀以降低栽培水稻生產成本、減少農藥等化學藥劑之使用，以維護稻作的永續經營，仍爲今後努力的目標。因此今後本省水稻品種改良除遺傳、生理及選種效率等基礎研究外，宜加强利用遠緣親本愼選雜交組合，以增加優良性狀之組合，使產量、抗病蟲性得以超越目前栽培品種(17)。其次要擴大抗病蟲基因來源，以加强抗病蟲性品種之穩定性，並育成抗多種病蟲害品種。對優良米質除外觀外，在食味品質之判定，要提昇其選拔效率，育種人員資訊、材料要加强交換，如此，本省稻作育種之成就可以持續保持並更進一步使水稻產業永續生存。

五、參考文獻

1. 台灣省農業試驗所。1987。台灣稻作品種圖誌。
2. 台灣省政府農林廳。1953～1994。全省稻作品種種植面積表（油印資料）。
3. 台灣省政府農林廳。1981～1994。稻作改良年報。
4. 台中區農業改良場。1957。台中在來一號。台灣省稻作新品種產量性狀登記表。水稻新品種登記命名審查用資料(油印本)。
5. 李蒼郎、黃添財。1982。長粒秈稻之推廣與展望。台灣農業。18(5)：60-67。
6. 宋勳。1986。稻米品質分級與改進。四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。pp109-125。
7. 宋勳、洪梅珠、許愛娜。1991。台灣稻米品質之研究。台中區農業改良場特刊24號。
8. 林瑞昌、楊嘉文。1967。本省水稻品種演變與蓬萊稻品種栽培趨勢。台灣農業。3(1)：44-59。
9. 林再發。1986。四十年來台灣地區秈稻品種之改良。四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。pp83-92。
10. 林富雄、張萬來、吳育郎。1986。台灣水稻抗蟲育種。四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。pp103-108。
11. 黃正華。1957。台灣本地稻栽培品種之研究。中華農學會報 新 20 ：27-58。
12. 黃正華。1956。台灣水稻品種改良之現狀及其趨向。科學農業。4(6)：216-227。
13. 黃添財、吳邦雄、蔡清榮。1991。台灣省稻作育種小組歷年會議重要決議事項 (1985-1991)。
14. 黃眞生。1970。台灣稻作的變遷。科學農業。18(7-8)：542-552。
15. 黃眞生。1979。水稻品種台農67號之育成。中華農業研究。 28(2) ：57-66。
16. 黃眞生。1986。梗稻品種改良之演變。四十年來台灣地區稻作生產改進專輯。pp67-82。
17. 張德慈。1967。今後台灣水稻品種改良之芻議。中華農學會報 新36：1-15。
18. 張萬來。1982。台灣稻熱病抗病育種之檢討與展望。科學農業。30 (3-4)：189-196。
19. 張萬來。1983。水稻抗褐飛蝨之遺傳與育種(上)。台灣農業。19(5)：15-26。
20. 張萬來。1983。水稻抗褐飛蝨之遺傳與育種(下)。台灣農業。19(6)：31-41。

21.鄧耀宗、張萬來。1986。水稻抗病育種。四十年來台灣稻地區稻作生產改進專輯。pp103-108。

22.歐世璜、簡錦忠、曾東海。1983。抗稻熱病育種的新抗源。植保會刊。25：115-123。

23.謝式抨鈺。1991。台灣水稻白葉枯病發生近況與展望。稻作病害研討會專刊。pp117-130。

24.磯永吉。現下產米增加改良上之課題(演講稿)。台南縣政府建設局出版第一號。

25.Chang, H. S.1959. The rice breeding program and its recent development in Taiwan pl. lnd. series. No.15 JCRR, Taipei pp11-22.

26.Chang, T. T.1961. Crop and seed improvement in Taiwan, Republic of China JCRR pl. lnd. series. No.22.

27.Huang, C. S., R. H. Buu,C. H. Cheng and C. Liu.1982.Breeding for resistance to brown plant hopper in Keng(Japonica) rice. Proc. pl. Breed. Symp. Taichung, Taiwan R.O.C. pp89- 97.